

- 国家职业教育推荐教材
- 机械工人模块化学习与训练丛书

数控铣床 和 加工中心

操作工 (SIEMENS系统)

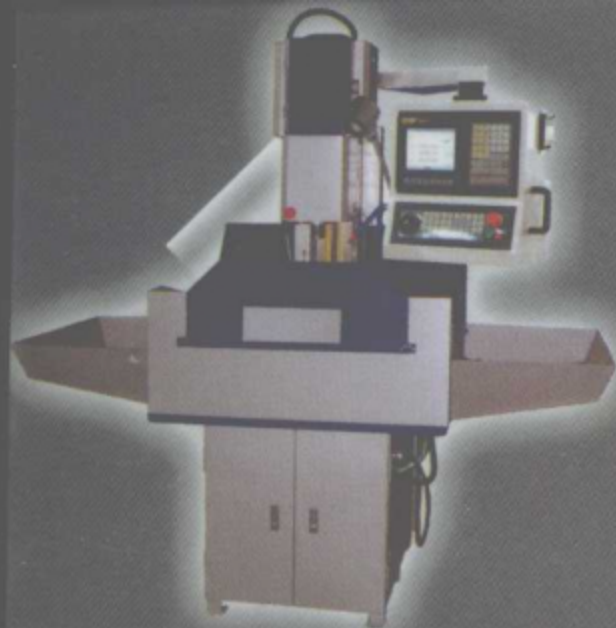
● 沈建峰 孙春花 主编



模块化教学 **必备**



化学工业出版社



国家职业教育推荐教材 机械工人模块化学习与训练丛书

数控铣床 和 加工中心

操作工 (SIEMENS系统)

职业教育改革的典范——模块化

★ “模块化教学模式”采用“任务驱动”的方式，是国内外职业教育最成功的一种教学模式。

★ “模块化教学模式”是根据职业教育专项能力的培养要求来设计一系列“教学模块”，课程设置、教学大纲和教材是基于对每个工种的任务和技能的深刻分析，严格按照工作规范而开发。每个模块都有明确的学习目标和要求，还包括一个特定技能的详细工作步骤。它强调学以致用，具有较强的教学灵活性。

《机械工人模块化学习与训练丛书》完全按照模块化教学的要求编写，可作为国家职业教育的教材，也可供技术工人学习和上岗取证参考。

ISBN 978-7-122-01363-7



9 787122 013637 >



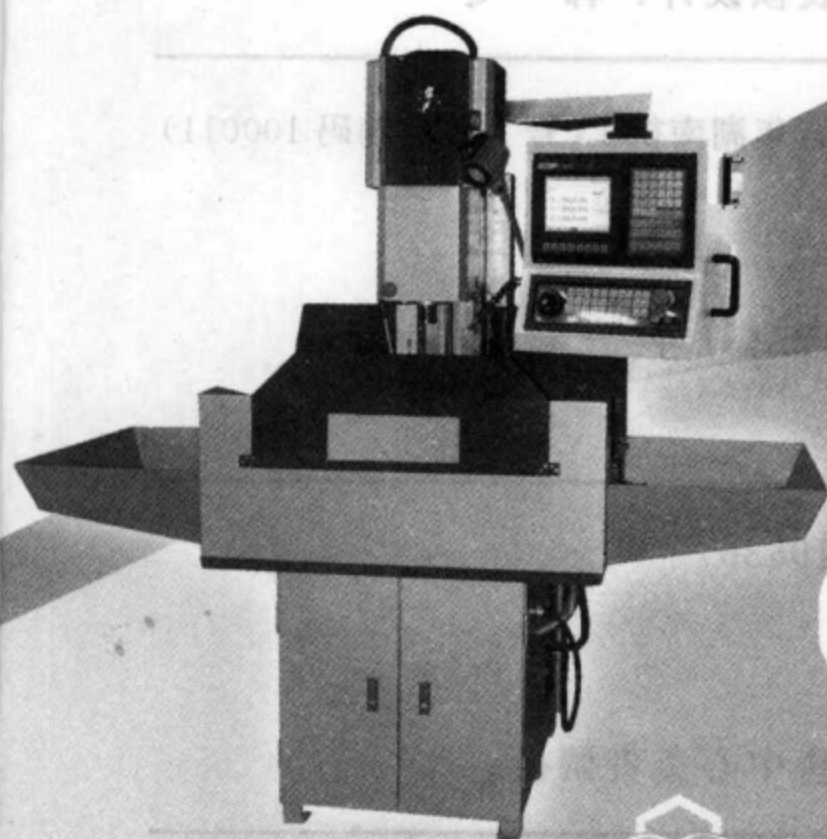
销售分类建议：机械/数控技术

定价：20.00元

- 国家职业教育推荐教材
- 机械工人模块化学习与训练丛书

数控铣床 ① 加工中心 操作工 (SIEMENS系统)

● 沈建峰 孙春花 主编



模块化教学 **必备**



化学工业出版社

· 北京 ·

本书面向数控铣床和加工中心操作工的岗位要求,按照任务驱动模式编写,内容包括数控铣床和加工中心的工艺、编程、操作的基本知识和技能,涵盖了数控铣床和加工中心操作工中、高级技能的绝大部分知识点和技能点。

本书可作为中职、高职院校及职业培训的教材,也可供企业技术工人提高工作技能参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣床和加工中心操作工 (SIEMENS 系统)/沈建峰,孙春花主编. —北京:化学工业出版社,2007.11

(机械工人模块化学习与训练丛书)

ISBN 978-7-122-01363-7

I. 数… II. ①沈…②孙… III. ①数控机床:铣床-程序设计②数控机床加工中心-程序设计③数控机床:铣床-操作④数控机床加工中心-操作 IV. TG547 TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 161762 号

责任编辑:张兴辉 黄 滢

文字编辑:陈 喆

责任校对:顾淑云

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市延风装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张 9½ 字数 254 千字

2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 20.00 元

版权所有 违者必究

前 言

目前，机械职业教育发展迅速，各职业院校均将机械加工技能型人才的培养作为重点之一。职业院校采取的一般教学模式是：先全面进行基本理论教学，然后集中时间进行技能实训。这种教学模式在职业教育刚开始的时候取得了比较好的效果，但是也暴露出很多问题，主要是教学中的许多理论知识很难在实际操作中用到，即教学中老师很难对“必需、够用”为度的原则有很好的把握；另外，一般职业院校的学生生源大多都是高中或初中毕业，机械专业基础知识非常贫乏，在有限的教学时间内系统学习所有理论知识很困难，短时间内也很难领悟。针对现有教学模式存在的弊端，一种新的教学模式——模块化教学逐渐被推出，现在已经有许多职业院校采用。

国内职业教育的模块化大多采用德国的“双元制”模式，即以职业实践活动为核心组织必要的知识和技能，该模式具有以下三个主要特点：第一，不以学科为中心来组织教学内容，不强调知识的系统性、完整性，而是从职业活动的实际需要出发来组织教学内容，强调能力本位和知识的“必需、够用”原则；第二，课程结构实行模块化，这种结构不但能及时体现新知识、新技术、新工艺和新方法，更主要的是大大增强教学内容的适用性；第三，教学内容取舍的依据是职业岗位的实际需求，因此绝大多数模块都是以某一能力或技能的形成为主线，把专业知识和专业技能有机地融合为一个整体，每个模块几乎都是以“问题为中心”展开。

模块化教学模式是根据职业教育的每一种专项能力的培养要求来设计教学模块，课程设置、教学大纲和教材是基于对每个工种的

任务和技能的深刻分析,严格按照工作规范,开发出不同的教学模块,每个模块都有明确的学习目标和要求,还包括一个特定技能的详细工作步骤,它强调学以致用,具有较强的教学灵活性。

为了有效促进模块化教学模式在职业院校中的普及推广,化学工业出版社组织国内富有教学和实践经验的专家编写了《机械工人模块化学习与训练丛书》。丛书各分册紧密结合各工种的特点,按照模块化的思路编写。本书为《数控铣床和加工中心操作工》(SIEMENS系统)分册,内容包括数控铣床和加工中心的工艺、编程、操作的基本知识和技能,涵盖了数控铣床和加工中心操作工中、高级技能的绝大部分知识点和技能点。

本书由沈建峰、孙春花主编,黄建伟主审。宋军民、曹雨平和朱敏参与了本书的编写工作,沈龙、周晶等同志对本书做了大量的校对工作。全书由沈建峰统稿。

由于编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

化学工业出版社数控技术类图书

FANUC 系统数控车床培训教程 (附光盘)	42.00
FANUC 系统数控铣床和加工中心培训教程 (附光盘)	42.00
数控机床加工实训丛书—数控电火花加工	24.00
数控机床加工实训丛书—数控加工中心	36.00
数控机床加工实训丛书—数控车床	38.00
数控机床加工实训丛书—数控铣床	32.00
现代数控机床结构及设计丛书—数控铣床设计	35.00
现代数控机床结构及设计丛书—数控车床设计	45.00
现代数控机床结构及设计丛书—数控系统	36.00
现代数控机床结构及设计丛书—数控机床系统设计	36.00
现代数控机床结构及设计丛书—数控加工中心设计	45.00
数控技术与数控加工丛书—典型数控系统及应用	27.00
数控技术与数控加工丛书—数控机床刀具及其应用	32.00
数控技术与数控加工丛书—数控模具加工	24.00
数控技术与数控加工丛书—数控机床调试、使用与维护	27.00
实用数控技术丛书—数控技术英语	24.00
实用数控技术丛书—数控加工工艺	28.00
实用数控技术丛书—数控编程技术	30.00
实用数控技术丛书—数控原理与数控机床	30.00
实用数控技术丛书—CAD/CAM 与数控自动编程技术	30.00
实用数控技术丛书—数控加工综合实训	33.00
数控机床技术工人培训读本 (第二版) —数控电加工机床	32.00
数控机床技术工人培训读本 (第二版) —数控铣床	32.00
数控机床技术工人培训读本 (第二版) —数控加工中心	28.00
数控机床技术工人培训读本—数控车床	32.00
数控加工生产实例	29.00
加工中心编程实例	32.00
光机电一体化丛书—数控机床	32.00
CATIA V5 应用丛书—数控加工	32.00
数控加工自动编程技术—Pro/ENGINEER Wildfire 在机械制造中的应用 (附光盘)	42.00
MasterCAM 实战技巧	22.00
数控机床编程与操作实训 (第二版)	41.00
数控编程手册 (原著第二版)	96.00
数控机床故障维修	36.00
数控加工与编程 (原著第二版)	45.00
虚拟数控技术及应用 (附光盘)	42.00

以上图书由**化学工业出版社 机械·电气分社**出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 [www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街13号(100011)

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519286)

编辑:010-64519277, 64519270

目 录

模块一 数控机床的编程与操作基础	1
1.1 认识数控机床及其操作面板	1
1.2 数控机床的手动操作	12
1.3 数控程序输入与编辑	32
1.4 手工编程中的数学处理	53
模块二 数控铣床轮廓铣削加工	63
2.1 平面槽铣削加工	63
2.2 外形轮廓铣削加工	87
2.3 子程序铣削加工外形轮廓	105
2.4 组合件加工	122
模块三 孔加工固定循环	135
3.1 钻、铰与铰孔加工	135
3.2 镗孔与攻丝	153
模块四 铣削循环编程	168
4.1 槽、内型腔铣削循环	168
4.2 平面、轮廓、螺纹铣削循环	180
模块五 数控铣床、加工中心编程中级实例	194
5.1 中级数控铣/加工中心综合练习 1	194
5.2 中级数控铣/加工中心综合练习 2	209
模块六 参数编程与自动编程	217
6.1 参数编程	217
6.2 自动编程	230

模块七 数控铣床坐标变换编程	246
7.1 极坐标编程	246
7.2 坐标平移与坐标旋转编程	253
7.3 坐标镜像与比例缩放编程	261
模块八 数控铣床、加工中心编程高级实例	270
8.1 高级数控铣/加工中心综合练习 1	270
8.2 高级数控铣/加工中心综合练习 2	283
参考文献	291

1.1 认识数控机床及其操作面板

1.1.1 任务描述

掌握如图 1-1 所示 SIEMENS 802D 面板的各按钮的功能，并对每一功能进行标注。

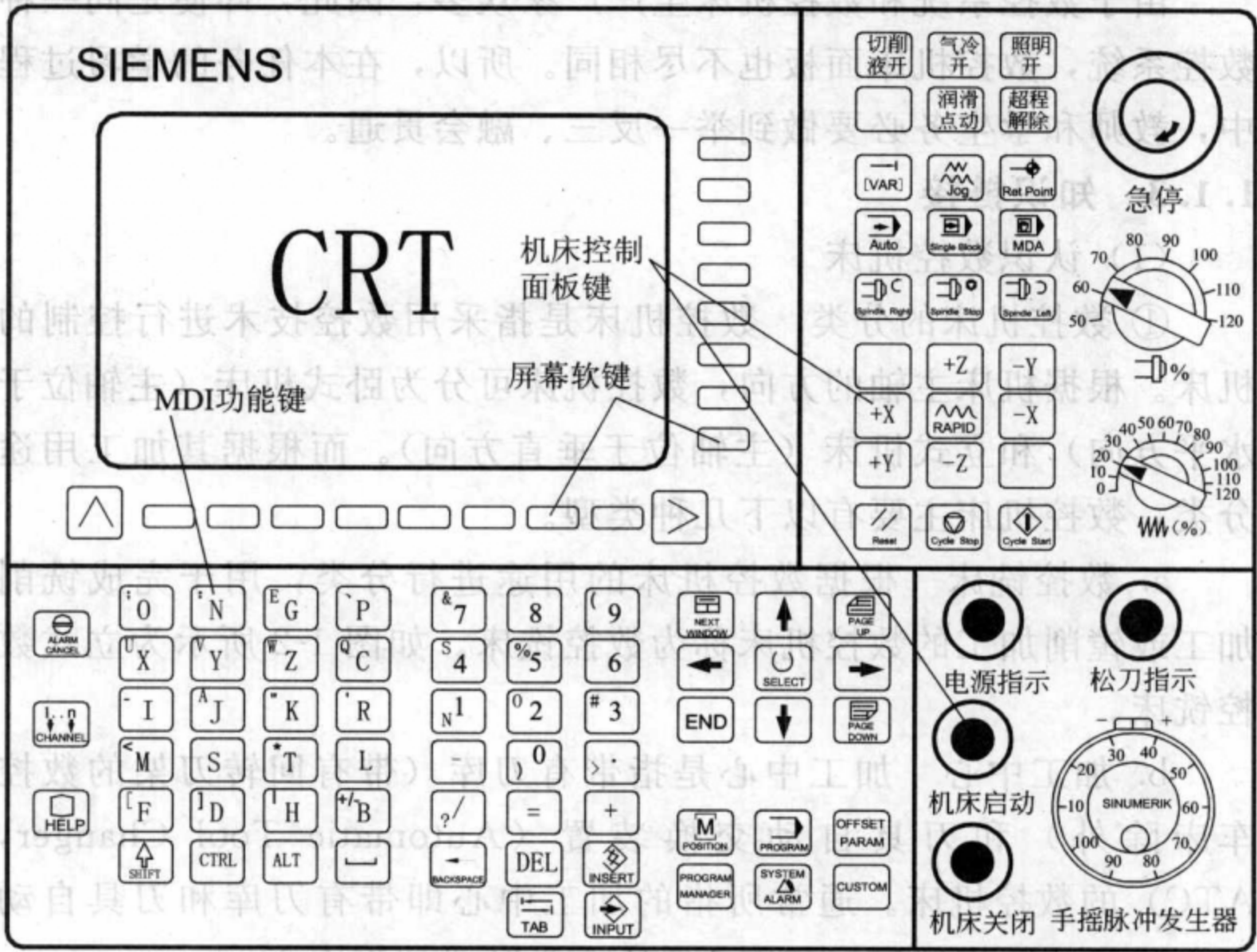


图 1-1 SIEMENS 802D 数控铣床系统操作界面

知识点与技能点：

- 数控机床的分类；
- 数控机床的组成；

- 加工中心操作面板上各功能按钮的含义与用途;
- 安全文明生产相关知识;
- 标注图 1-1 中各功能按钮的含义及功能;
- 牢固树立安全文明生产的工作作风。

1.1.2 任务分析

该任务是数控机床操作的首要任务,为了完成该项任务,必须了解数控机床、数控系统、数控面板按钮功能等方面的知识。

在实施本任务时,尽可能组织学生进行现场参观,在参观中加强学生的感性认识。在介绍数控机床时,应尽可能多地网络下载数控机床的图片,用多媒体的形式呈现给学生。

由于数控系统和数控机床生产厂家众多,因此,即使是同一种数控系统,数控机床面板也不尽相同。所以,在本任务的学习过程中,教师和学生务必要做到举一反三、融会贯通。

1.1.3 知识链接

(1) 认识数控机床

① 数控机床的分类 数控机床是指采用数控技术进行控制的机床。根据机床主轴的方向,数控机床可分为卧式机床(主轴位于水平方向)和立式机床(主轴位于垂直方向)。而根据其加工用途分类,数控机床主要有以下几种类型。

a. 数控铣床 根据数控机床的用途进行分类,用于完成铣削加工或镗削加工的数控机床称为数控铣床。如图 1-2 所示为立式数控铣床。

b. 加工中心 加工中心是指带有刀库(带有回转刀架的数控车床除外)和刀具自动交换装置(Automatic Tool Changer, ATC)的数控机床。通常所指的加工中心即带有刀库和刀具自动交换装置的数控铣床。如图 1-3 所示为卧式加工中心。

c. 数控车床 数控车床是一种用于完成车削加工的数控机床。通常情况下也将以车削加工为主并辅以铣削加工的数控车削中心归类为数控车床。如图 1-4 所示为经济型卧式数控车床。

d. 数控钻床 数控钻床主要用于完成钻孔、攻丝等功能,有

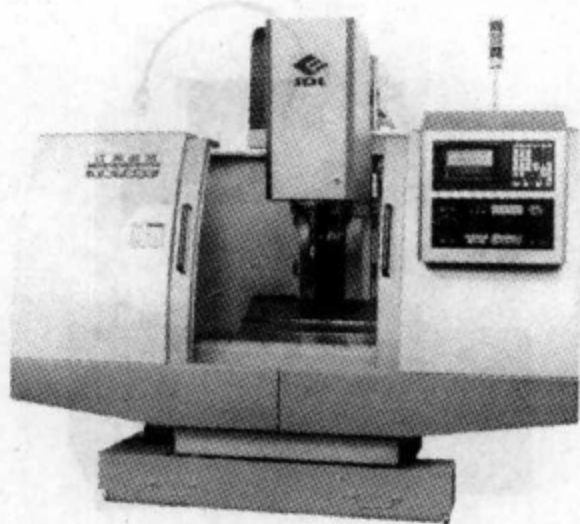


图 1-2 立式数控铣床

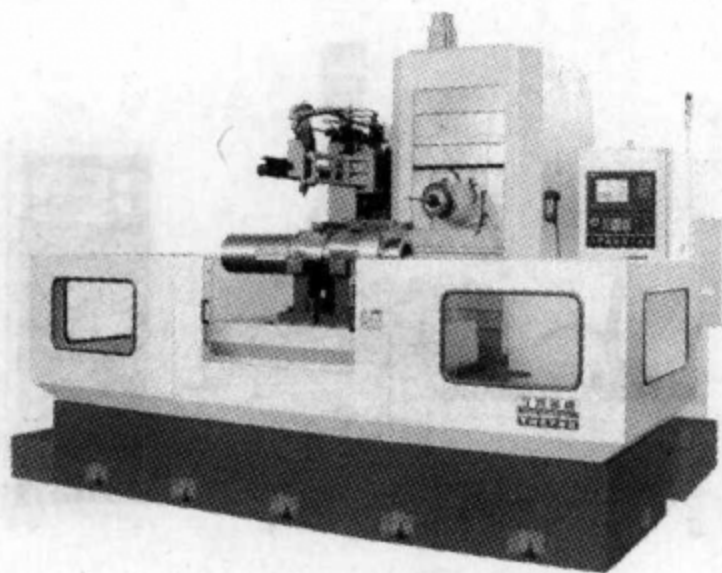


图 1-3 卧式加工中心

时也可完成简单的铣削功能。数控钻床是一种采用点位控制系统的数控机床，即控制刀具从一点到另一点的位置，而不控制刀具移动轨迹。如图 1-5 所示为立式数控钻床。

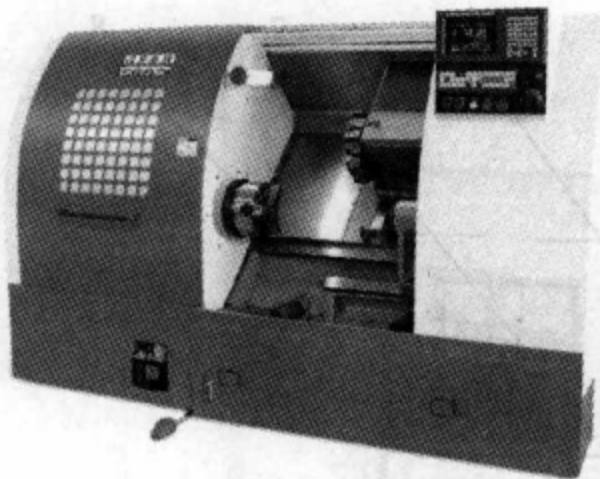


图 1-4 卧式数控车床

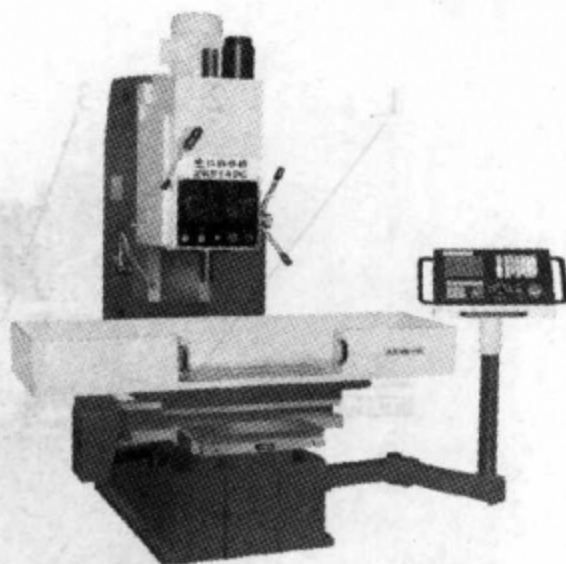


图 1-5 立式数控钻床

e. 数控电火花成形机床 数控电火花成形机床（即通常所指的电脉冲机床）是一种特种加工机床，它利用两个不同极性的电极在绝缘液体中产生的电蚀现象，去除材料而完成加工，对于形状复杂的模具及难加工材料的加工有其特殊优势。电火花成形机床如图 1-6 所示。

f. 数控线切割机床 数控线切割机床如图 1-7 所示，其工作原理与电火花成形机床相同，但其电极是电极丝（钼丝、铜丝等）和工件。

g. 其他数控机床 数控机床除以上的几种常见类型外，还有数控磨床、数控冲床、数控激光加工机床、数控超声波加工机床等多种形式。

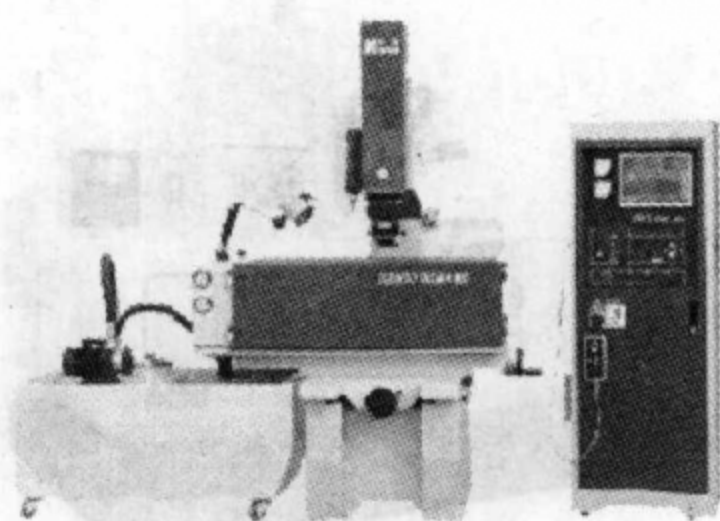


图 1-6 数控电火花成形机床

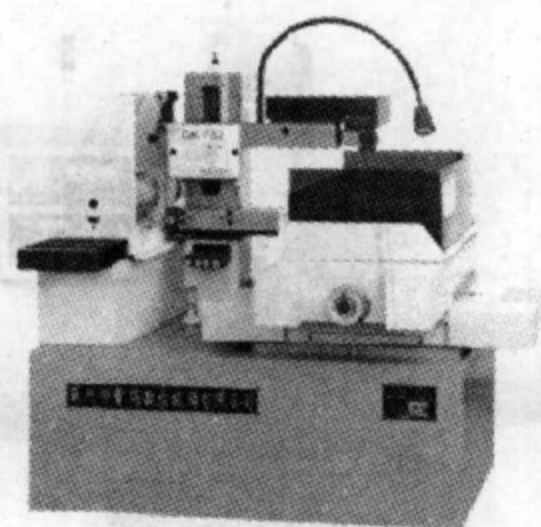


图 1-7 数控线切割机床

② 数控机床的组成 数控机床由机床主体、数控系统、伺服系统三大部分构成。其具体结构以图 1-8 所示立式加工中心为例来加以说明。

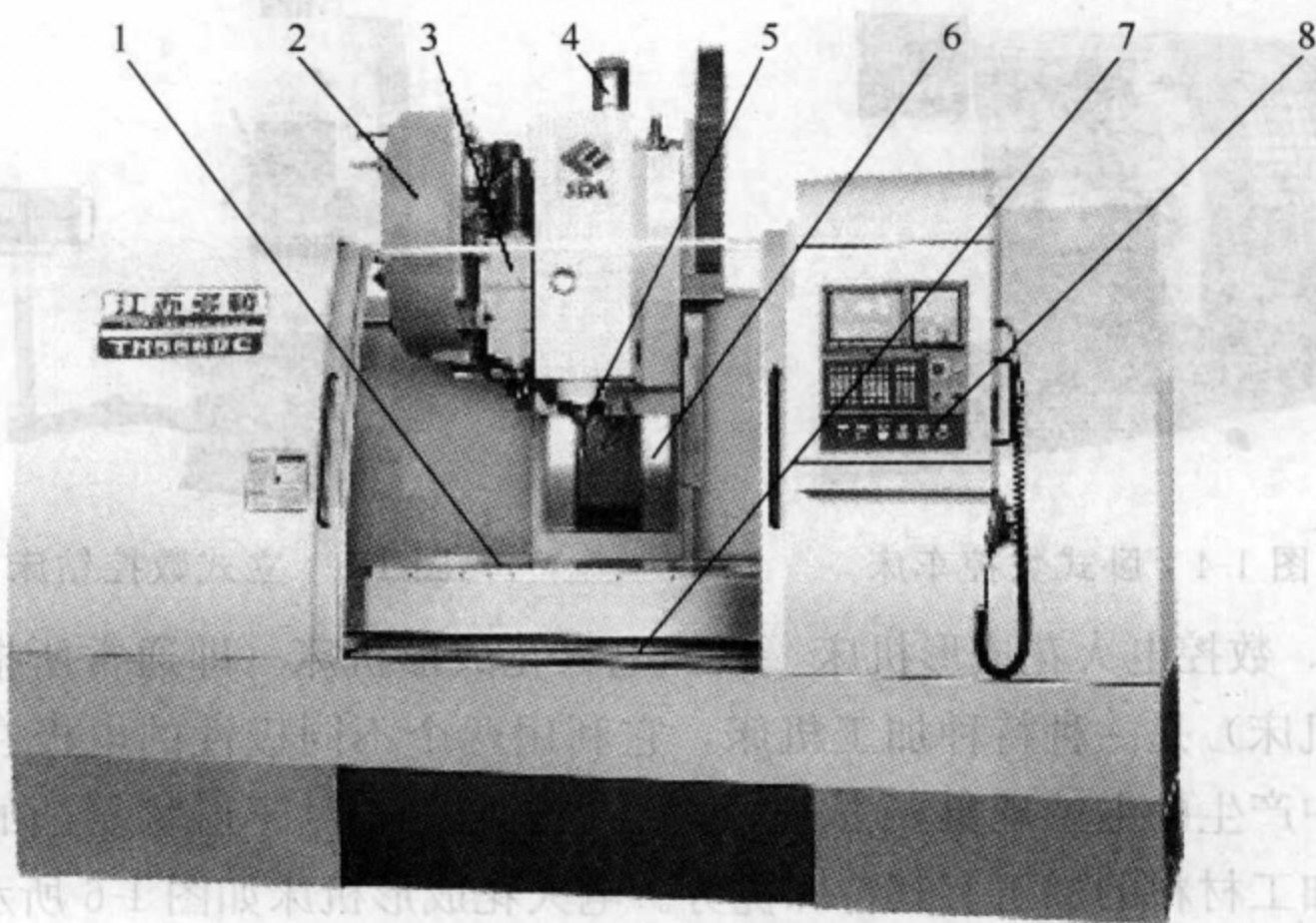


图 1-8 数控机床的组成

1—工作台；2—刀库；3—换刀装置；4—伺服电机；

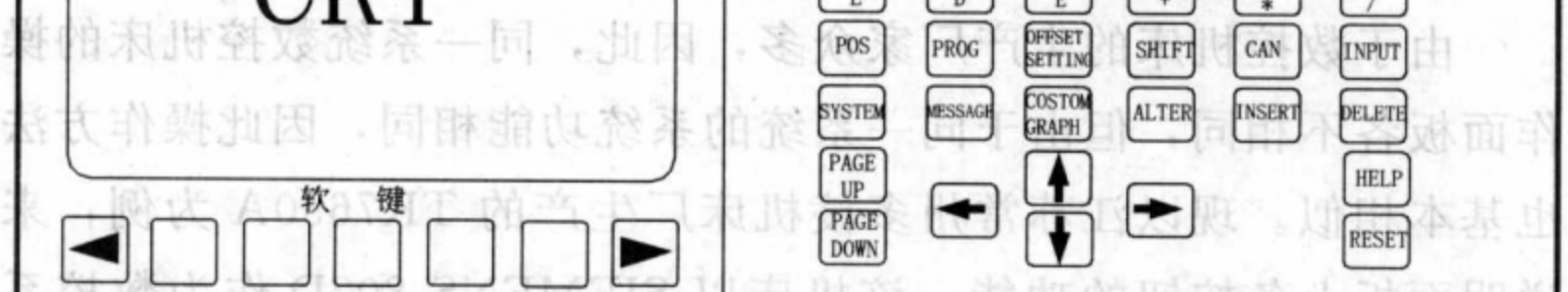
5—主轴；6—导轨；7—床身；8—数控系统

数控机床本体部分主要由床身、主轴、工作台、刀轨、刀库、换刀装置、冷却装置等组成；数控系统由程序的输入/输出装置、

③ 铣床（加工中心）数控系统介绍

动。SIEMENS 802D 铣床数控系统操作界面如图 1-1 所示。

多使用樹內圈，代表森林資源豐富。三十八年下劃，代表此處山



士通公司研制开发。当前,该数控系统在我国得到了广泛的应用。目前,在中国市场上,应用于铣床(加工中心)的数控系统主要有 FANUC 21i-MA/MB/MC、FANUC 18i-MA/MB/MC、FANUC 0i-MA/MB/MC、FANUC 0-MD 等。FANUC 0i-MA 数控系统操作界面如图 1-9 所示。

c. 国产系统 自 20 世纪 80 年代初期开始,我国数控系统生产与研制得到了飞速的发展,并逐步形成了以航天数控集团、机电集团、华中数控、蓝天数控等以生产普及型数控系统为主的国有企业,以及法那科(北京)、西门子数控(南京)有限公司等合资企业的基本力量。目前,常用于铣床的国产数控系统有北京凯恩地数控系统,如 KND100M 等;华中数控系统,如 HNC-21M 等;北京航天数控系统,如 CASNUC 2100 等。

d. 其他系统 除了以上三类主流数控系统外,国内使用较多的数控系统还有日本三菱数控系统、法国施耐德数控系统、西班牙的法格数控系统和美国的 A-B 数控系统等。

(2) 数控系统面板功能介绍

由于数控机床的生产厂家众多,因此,同一系统数控机床的操作面板各不相同,但由于同一系统的系统功能相同,因此操作方法也基本相似。现以江苏常州多棱机床厂生产的 TK7650A 为例,来说明面板上各按钮的功能,该机床以 SIEMENS 802D 作为数控系统,机床总面板如图 1-1 所示。

为了便于读者使用,本书将面板上的按钮分成以下三组。

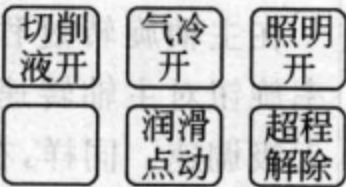
a. 机床控制面板上的按钮:用加“ ”的字母或文字表示,如“机床启动”等;

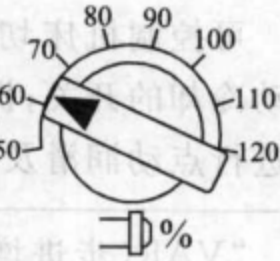
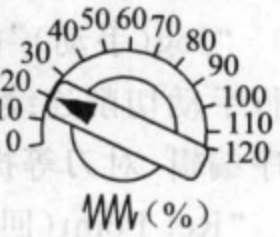
b. 系统操作面板上的 MDI 功能键:用加□的字母或文字表示,如 SELECT 等;

c. CRT 屏幕相对应的软键:用加 [] 的文字表示,如 [程序] 等。

① 机床控制面板功能介绍 见表 1-1。

表 1-1 SIEMENS 802D 机床控制面板按钮功能

名 称	功 能 键 图	功 能
机床总电源 开关		机床总电源开关一般位于机床的背面,置于“1”时为主电源开
系 统 电 源 开关	 机床启动 机床关闭	按下按钮“机床启动”,向机床润滑、冷却等机械部分及数控系统供电
指示灯	 电源指示 松刀指示	当机床总电源接通后,电源指示灯亮;在进行装卸刀具时,按下松刀按钮,松刀指示灯亮
紧急停止	 急停	当出现紧急情况而按下急停按钮时,在屏幕上出现“EMG”字样,机床报警指示灯亮
厂 家 自 定 义 键		可控制机床切削液的启动与关闭;气动冷却的开关;机床照明的开关;给机床进行点动润滑及超行程的解除
模 式 选 择 按钮		“VAR(步进增量)”模式。点击 VAR 键可选择步进增量,配合轴的方向键进行点动增量进给操作 “Jog(手动)”模式。在该模式下可进行手动切削连续进给、手动快速进给、程序编辑、对刀等操作 “Ret Point(回零)”模式。在该模式下可进行回参考点操作 “Auto(自动)”模式。可使机床进行自动运行程序 “Single Block(单段加工)”模式。自动运行模式下的单段运行 “MDA(录入)”模式。手动数据(如参数)输入的操作 注:以上模式按钮除“SBK”与“Auto”可复选外,其余按钮均为单选按钮,只能选择其中的一个

名 称	功 能 键 图	功 能
主轴功能		“Spindle Right”: 主轴正转按钮 “Spindle Stop”: 主轴停转按钮 “Spindle Left”: 主轴反转按钮 注: 以上按钮仅在“Jog”或“VAR”模式下有效
“Jog”进给及其进给方向		“Jog”模式下, 按下指定轴的方向键不松开, 即可指定刀具沿指定的方向进行手动连续慢速进给。进给速率可通过进给速度倍率旋钮进行调节 按下中间位置的快速移动按钮(RAPID)不松开, 再按下指定轴的方向键不松开, 即可实现该方向上的快速进给
主轴速度修调倍率		在主轴旋转过程中, 可以通过主轴倍率旋钮对主轴转速进行 50%~120% 的无级调速。同样, 在程序执行过程中, 也可对程序中指定的转速 S 进行调节
进给速度修调倍率		在手动连续进给中, 可以通过进给倍率旋钮对进给速度进行调节, 范围为 0%~120%。同样, 在程序执行过程中, 也可对程序中指定的进给速度 F 进行调节
自动运行控制键		“Reset”键用于系统复位, 使系统返回初始状态 “Cycle Stop”为循环暂停键, 又称进给保持键 “Cycle Start”为循环启动键

② 数控系统 MDI 功能键介绍 数控系统 MDI 功能键位于机床面板 CRT 显示器的下方, 其功能含义见表 1-2。